

分布式光伏并网对配电网电能质量的影响研究

孙 颖

云南立恒电力设计院有限公司 云南 昆明 650000

摘要：将分布式光伏接入配电网中，可以将传统配电网单项敷设供电模式进行改变，增强了输出功率的随机性、波动性与不可调性，但容易造成配电网出现电压波动、闪变等情况出现。因此需要将分布式光伏更加合理地接入配电网中，以增强电力系统的运行稳定性与安全性。文中分析了分布式光伏并网对配电网电能质量的影响，为配电网系统的运行稳定提供保障。

关键词：分布式光伏并网；配电网；电能质量；影响

在长期的可持续发展战略中，随着环境污染的日益加重和全球能源短缺危机以及不可再生资源的日渐枯竭，清洁无污染的可再生能源得到人们的关注。分布式光伏发电以其绿色环保、清洁无污染、效率高等优势得到国家政策的扶持及发展。东营市区太阳能资源丰富，且随着光伏发电技术的发展该地区的光伏并网容量逐渐增大。分布式光伏接入对配电网的电能质量、潮流分布、继电保护等各方面的影响逐渐增大。

1 电能质量的定义

电能质量就是指供电系统中电能的品质。电能质量是依据用户需求界定的，不同视角有着不同的含意。电能质量的概念很模糊，但电能质量差缘故可能是电源电流不处在对称性波形情况，造成负荷不能正常工作中。一般来说，大家同样对待供电质量和用电稳定性。当整个系统处在相间对称状态时，电流和电压波形力度同样，相位角为 120° 。但具体运行时，全部全面的电器设备特点并不是线形的，并且全部线路的负载功能损耗随时间变化，这类理想化的假定情况事实上是没有办法达到的，会有电网与负载中间不平衡产生的影响，造成电能质量难题^[1]。

2 分布式光伏并网发电特点

光伏阵列功率输出会遭受太阳能发电光照度、抗压强度、实时温度等不确定因素的影响。全年度受时节、日照时长、雨雪天等自然条件的影响，展现多变性和不连续性，最后影响电压波动，冲击性公共性电网。根据逆变电源能够实现分布式系统光伏发电并网次数和对现场操纵。变频调速器的电气设备、电子元件在日常工作上也会产生谐波，影响电网的优质高效运作。因为合理抑止电源开关谐波污染电流流量，选用串连LCL过滤器展开了改善。可是，过滤装置自身也可能造成二次污染。电网出现故障时，很有可能产生供电系统荒岛，且该时间

段工作频率不足平稳，电压波动比较大，无法控制。负荷侧的电压波动和闪动影响电器设备^[2]。

3 分布式光伏并网系统电压波动的影响因素研究

3.1 负载变化对并网点电压的影响

对于XX配电站10 kV XX光伏的接入容量(6.25MW)和系统负载(19.8 MW)，选用供电系统电磁感应-机电工程暂态过程模拟仿真软件对XX配电站10 kV母线槽电压展开了模拟仿真。模拟仿真结果显示，在无功率不变的前提下，功率因素波动不受影响10 kV母线槽和并网电压。为了能测算非正常情况，假定光伏发电系统工作温度为 25°C ，均值光照强度为 1000 W/m^2 ，太阳能发电连接容量为18.9 MW，大约为10 kV母线槽容量的30%，负荷容量不相同电力网电压的变化。当分布式光伏开关电源容量为18.9 MW、10 kV供配电系统容量为63 MW时，电压波动随本地系统负载的变化而变化。

3.2 对电压波动的影响

分布式光伏(PV)连接配电网，增强了全面的短路故障容量，变弱和控制了配电网的内部电压波动。可是，在分布式发电运行、终止环节中，配电网的电压会出现变化。最先，分布式电源的起停与客户需求、气候条件等有一定关系，分布式电源的任意起停也会导致其功率波动，造成配电网电压波动。第二，分布式光伏电源的功率随光照度和工作温度的变化而变化。气温变化也会引起太阳能发电输出显著变化，造成配电网的电压波动。

3.3 对谐波的影响

分布式光伏开关电源根据逆变电源将直流电源转换成交流电流，逆变电源中应用了很多的电力电子技术开关器件。逆变电源中开关器件的持续导通会到开关频率周边造成谐波分量，给配电网产生谐波污染^[3]。当光伏发电并网容量较小时，根据光伏发电里的过滤阶段，能将电力网里的谐波电流操纵在一定范围之内。但是随着太

阳能发电站技术发展和并网容量的提高，电力网的谐波含量可能超出标准的规定值。

3.4 光伏并网对配电网网损的影响

电力工程系统中各电子元器件和电子产品都存在着特性阻抗，在传送到负荷的过程当中电力工程也会导致很多能量损害。因而，必须科学研究电力工程在变换、传送和分派过程的耗损，寻找减少网损的思路，使电力系统以的优化构造运作。在配电网中，若设太阳能电源向配电网引入容量为 $P_{DG}+Q_{DG}$ 、线路的每单位长度的特性阻抗为 $R+jX$ 、太阳能电源与配电网开关电源间的总体间距为 L 、别的负荷间的距离为 M ，接入光伏系统后配电网网损的变化为：整个系统后配电网的损失变化与系统软件整体上的网损害以及耗费电力工程息息相关光伏发电系统连接配电网后，配电网同轴电缆的网压时尚潮流向不一样方位变化，造成原配电网小损变化。因为光伏发电系统中电网耗损变化不确定性，集成化光伏电源后能够减少线路损耗和电源电路耗损。

4 分布式光伏并网接入配电网提升电能质量的有效措施

4.1 配电网中心控制层

4.1.1 执行配电网调度

分布式系统光伏发电系统在实施配电网调度指令时，高效地实行逆变电源功率的标准值。但是由于具备

波动性与间歇性的特性，危害全部光伏阵列的导出，因此就会发生功率不匹配的现象，对调度指令与光伏电池的最大输出功率造成影响。为解决该问题可以使用超级电容器储能装置，将这种情况进行有效的调节，起到良好的抑制作用。

4.1.2 低电压穿越配电网

在运行时，电压误差很有可能超出10%，因而急需解决分布式系统光伏发电系统的电压操纵。在光伏发电并网中分散功率因素后，可以有效的防止逆变电源的过流难题。当电压误差在10%下列时，1%UN的配电网电压降低，5%分布式电源功率因素降低。分布式电源功率因素受到限制，较大有功功率容量能有效适用非开关电源。

4.1.3 对储能元件荷电状态进行调整

为了保证光伏电站系统稳定性和安全性，要确保端电压在一定工作范围之内，与此同时为了确保运转的持续性，务必立即高效地调整端电压。假如超级电容器的电压太低，能通过电池充电获得接线端子电压。接线端子电压过大时，请释放出来电磁能，最好不要超过基准值。因而，能够在一定的输出功率下进行蓄電池充放电实际操作，确保了超级电容器中能量建立良好的自调节。

4.2 本地控制层

做好超级电容器与逆变器之间的配合，具体的控制结构如图1所示。

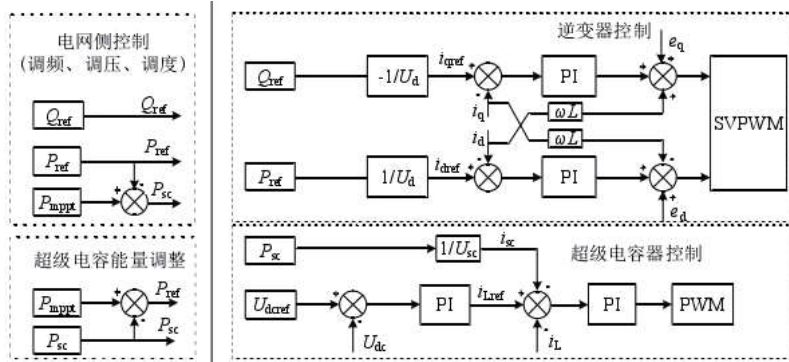


图1 双层控制系统结构框图

4.3 在电流谐波影响方面

当光伏的输出功率大约为至大功率的10%时，电网电流的总体谐波畸变率(THD)为7.15%。太阳能发电导出为较大电力工程的约60%~80%时，电流高次谐波的极小值为2.21%。得知导出电流的高次谐波成分与光伏发电导出反比，但是由于电流高次谐波的平方根小，谐波注入量在规范范围之内。光伏发电功率较大时，导出电流谐波成分相对性降低，但谐波肯定注入量提升，甚至会出现谐波。从谐波注入的角度看，太阳能逆变器运转的最好

的状态需要在最大功率的80%上下。

4.4 在注入直流分量方面

通过装置监测到的谐波数据，无论光伏运行在何种功率下，均不含有直流分量。在正常状态下，光伏逆变器是无直流分量产生的。直流分量存在有以下两种情况：

① 光伏发电根据逆变电源立即集成化在低电压电网里时，假如逆变器桥臂故障而毁坏，会注入大量的直流分量注入。这时逆变器处在异常运行状态，逆变器应当通过自己的内部结构维护断开与电网连接。或是，成

双的手臂和下臂因为可控硅的性能劣变而临时与此同时通断时,出现间歇性直流电流注入。那也是逆变器的不正常运作,能通过监控并接点谐波电流来预防。

②是若光伏发电根据变电器连接电网时,如果出现了以上第一种状况,变电器自己的隔离作用能够在一定程度上防护直流分量和光伏发电本身常见故障对电网产生的影响。剖析线上电能质量监测装置时间记录。XX配电站2018年3月20日-9月20日线上的记录电流、限流器纪录均是早晨6点或在下午6点左右。如下图2所显示,在现场勘察了变频调速器的运转输出功率纪录。从图2能够得知,太阳能发电全面的逆变电源从早上7:00逐渐正常的展示了发电量并网的时长。由此可见早晨6点和在下午6点该是光伏发电正常的起停时长,对投运工作电压有一定的影响。供电系统连接电网后,电源开关实际操作会系统对产生一定的危害。做为光伏发电系统,在正常运转的情形下,该时间段暂态过程事情不可纳入评估指标。

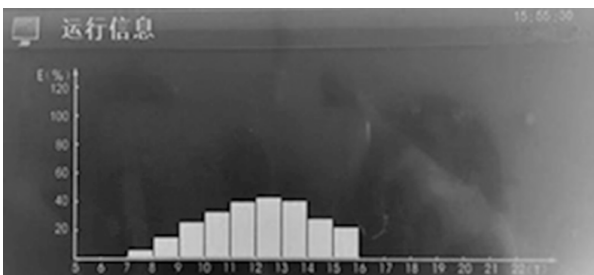


图2 XX变电站逆变器运行功率记录图

4.5 仿真解析

配电网的调度模式

根据配电网整体规划方式的仿真验证,分布式系统太阳能电源的直流电母线电压相对稳定,在实施配电网电力规划命令时,根据仿真验证能够取得较好的电力运行实际效果。在0.1~0.5 s的范围之内,分布式光伏阵列的导出功率大幅度扩大。在0.2~0.4 s内,分布式光伏更改无功功率和有功功率调度品质。因为超级电容器自身具有一定的协同性,可以确保分布式光伏的调度命令追踪情况相对稳定,这其中的DC母线电压能控制在800 V,防止了工作电压过大误差,提升了直流母线电压运作的稳定。因而,此方法不但能避免前馈控制环节功率反应

速率,还能避免直流母线电压的过分起伏。

4.6 对超级电容器的荷电状态进行调整

在模拟中,假如电压没有在正常运转范围之内,超级电容器将平稳DC母线槽电压,合理调整本身动能。接线端子电压比较低时,能通过充电调节仿真模拟。充放电也是一样。光伏发电系统运作0.1~0.5 s时,光伏阵列输出功率突然冒出,运作0.7~1.1 s时输出功率降低。60 kW的恒功率能够有效管理超级电容器的充电全过程。当超级电容器端电压比较低时,还可以在恒功率充电环节中调整,全部系统软件电压平稳,不超过电压规范范畴,充分运用稳压管能力。

5 结束语

太阳能、风能都具有可再生性,利用其发电符合绿色发展理念。通过深入研究风电并网发电技术,提高光伏并网和风机并网的装机容量。利用光伏并网发电技术实现了将太阳能转换为符合配电网要求的电能,而且减少了对传统能源的消耗。然而,光伏并网发电会对配电网电能质量产生影响,通过详细分析影响电能质量的原因,为后续制定解决方案提供参考。

太阳能发电和风力是再生的,运用他们发电量合乎翠绿色发展的理念。根据深入分析风能发电并网发电技术,太阳能发电站并网和风能发电机并网设备容量。运用太阳能发电站技术性将太阳能发电转化成达到配电网标准的电力工程,降低传统能源的耗费。可是,太阳能发电站会影响到配电网的电能质量分析。深入分析危害电能质量分析的主要原因,为下一步解决方案的制订提供借鉴。

参考文献

- [1]李清然,张建成.分布式光伏对配电网电能质量的影响及调压方案[J].电力科学与工程,2019,31(10):1-6.
- [2]陈炜,艾欣,吴涛,刘辉.光伏并网发电系统对电网的影响研究综述[J].电力自动化设备,2018,33(02):26-32+39.
- [3]李清然,张建成.分布式光伏对配电网电能质量的影响及调压方案[J].电力科学与工程,2019(10):15-16.